

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-055219

(43)Date of publication of application : 25.02.1997

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 07-207149

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 14.08.1995

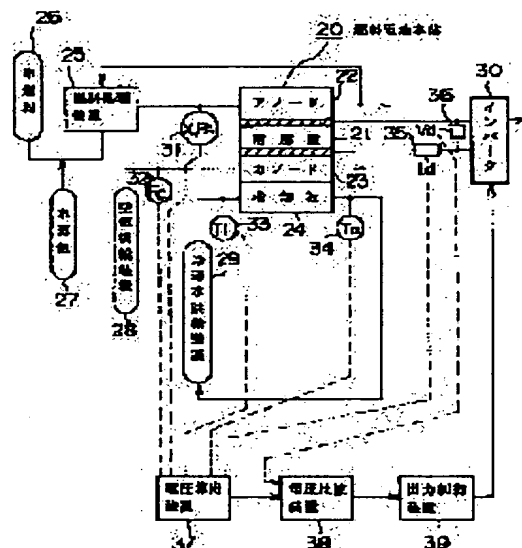
(72)Inventor : TANIGUCHI TADAHICO

(54) FUEL CELL POWER GENERATING DEVICE AND OPERATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To minimize the damage to a fuel cell main body and to prolong the life by deciding a limit voltage value for performing protective stop with the specified method and controlling the output based on the decided limit voltage.

SOLUTION: Detecting means for detecting the flow rates and the temperatures of a fuel 26, an oxidizing agent 28, and cooling water 29 supplied to a fuel cell main body 20, DC current outputted from the fuel cell main body 20, and DC voltage outputted from an upper unit cell, upper plural cells, a lower unit cell, or lower plural cells of the fuel cell main body are arranged. A voltage computing means 37 for computing voltage based on the detected fuel flow rate, hydrogen concentration, oxidizing agent flow rate, cooling water temperature, and DC current, and for computing a limit voltage for performing protective stop by subtracting a constant allowable voltage from the computed voltage is installed. A voltage comparing means 38 for comparing the limit voltage with cell output DC voltage detected with the detecting means and for outputting a signal, and an output control means 39 for controlling the output power of a power converting device 30 based on the output signal of the voltage comparing means 38 are arranged.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-55219

(43) 公開日 平成9年(1997) 2月25日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 M 8/04

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 M 8/04

技術表示箇所

P
Y

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-207149

(22) 出願日 平成7年(1995) 8月14日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 谷口 忠彦

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

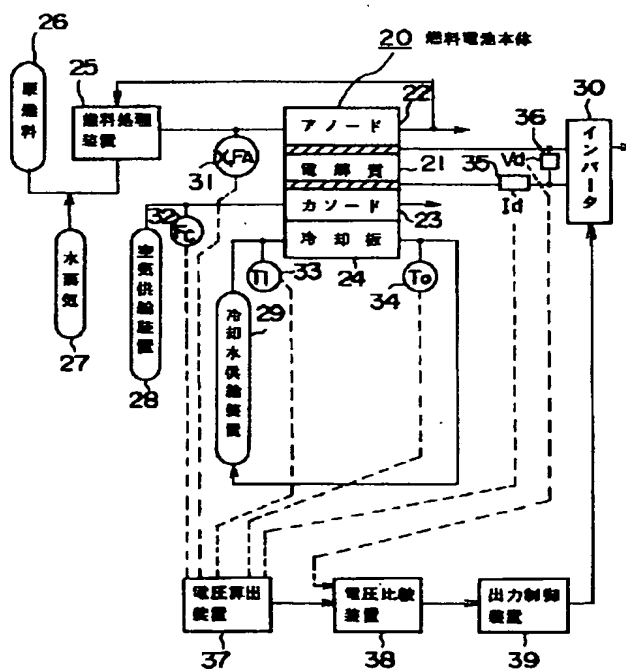
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電装置およびその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 様々な運転条件において燃料電池本体の損害を最少限に抑制し、燃料電池本体の長寿命化を図ること。

【解決手段】 燃料電池本体と、電力変換装置と、燃料処理装置と、酸化剤供給装置と、冷却水供給装置と、燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、燃料電池本体の出力直流電流、燃料電池本体の上部単セル／上部複数セルおよび下部単セル／下部複数セルの出力直流電圧を夫々検出する各検出手段と、燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流を基に電圧を演算し、かつ一定の許容電圧分を引いた制限電圧値を算出する電圧算出手段と、制限電圧値と燃料電池本体の出力直流電圧とを比較し信号を出力する電圧比較手段と、この出力信号を基に電力変換装置の出力電力を制御する出力制御手段とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料を前記アノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤を前記カソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、前記燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、前記燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、前記燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置において、

前記燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、前記酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、前記冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、前記燃料電池本体から出力される直流電流、前記燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧をそれぞれ検出する各検出手段と、

前記各検出手段によりそれぞれ検出された燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて電圧を演算し、かつ当該演算された電圧から一定の許容電圧分を引いた保護停止をかける制限電圧値を算出する電圧算出手段と、

前記電圧算出手段により算出された制限電圧値と前記検出手段により検出された燃料電池本体の出力直流電圧とを比較し信号を出力する電圧比較手段と、

前記電圧比較手段からの出力信号に基づいて、前記電力変換装置の出力電力を制御する出力制御手段と、を備えて成ることを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項 2】 電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料を前記アノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤を前記カソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、前記燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、前記燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、前記燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置で、前記燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧と保護停止をかける制限電圧値とを比較して当該直流電圧が制限電圧値を超えた時に、前記燃料電池発電装置の保護停止を行なう運

転方法において、

前記燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、前記酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、前記冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、前記燃料電池本体から出力される直流電流を監視し、

前記燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値を、前記制限電圧値とするようにしたことを特徴とする燃料電池発電装置の運転方法。

【請求項 3】 電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料を前記アノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤を前記カソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、前記燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、前記燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、前記燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置の負荷変化過程での運転方法において、

前記燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、前記酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、前記冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、前記燃料電池本体から出力される直流電流、前記燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧を監視し、

前記燃料電池本体の出力直流電圧が、前記燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値である保護停止をかける制限電圧値を下回った時に、負荷変化を一時停止し、

前記燃料電池本体の出力直流電圧が、前記制限電圧値よりも大きくなった後に、同一負荷変化速度、または負荷変化速度を遅くして前記燃料電池発電装置の負荷変化を継続するようにしたことを特徴とする燃料電池発電装置の運転方法。

【請求項 4】 電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料を前記アノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤を前記カソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直

流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、前記燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、前記燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、前記燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置の負荷移行過程での運転方法において、

前記燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、前記酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、前記冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、前記燃料電池本体から出力される直流電流、前記燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧を監視し、

前記燃料電池本体の出力直流電圧が、前記燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値である保護停止をかける制限電圧値を下回った時に、負荷上昇を一時停止し、

前記燃料電池本体の出力直流電圧が、前記制限電圧値よりも大きくなった後に、同一負荷上昇速度、または負荷上昇速度を遅くして前記燃料電池発電装置の負荷移行を継続するようにしたことを特徴とする燃料電池発電装置の運転方法。

【請求項 5】 前記許容電圧を、累積運転時間の関数として表わすようにしたことを特徴とする請求項 2 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池発電装置の運転方法。

【請求項 6】 前記許容電圧を、運転初期において単セル当たり $15\text{ mV} \sim 30\text{ mV}$ の範囲の値とするようにしたことを特徴とする請求項 2 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池発電装置の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばリン酸型の燃料電池発電装置およびその運転方法に係り、特に様々な運転条件において燃料電池本体の損害を最少限に抑制し、燃料電池本体の長寿命化を図るようにした燃料電池発電装置およびその運転方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】燃料と酸化剤との電気化学的反応を利用して電気出力を得る燃料電池は、その燃料の変換効率の良さ、環境への安全性等の理由から、最近では広く注目されてきている。

【0003】このような燃料電池としては、その電極構造、材質等により各種のものが知られているが、その中でも特に、電解質としてリン酸を使用したリン酸型の燃料電池は、最も実用化が進んできている。

【0004】図 5 は、この種のリン酸型燃料電池を使用

した燃料電池発電装置のシステム構成例を示す概略図である。図 5 において、燃料電池本体 1 は、背面に水素等の燃料を接触させたアノード電極 2 と、背面に酸素等の酸化剤を接触させたカソード電極 3 とを、電解質であるリン酸を含んだマトリックスを挟んで、両側に配置して構成されている。

【0005】また、燃料電池本体 1 のアノード電極 2 の前段には、燃料処理装置である改質器 4 が設けられ、この改質器 4 に供給された天然ガスと水蒸気との混合ガスが、改質反応によって水素リッチガスとなり、その下流に配置した流量制御弁 5 を通して、燃料電池本体 1 のアノード電極 2 に供給される。

【0006】さらに、燃料電池本体 1 のカソード電極 3 には、図示しない圧縮機から供給された圧縮空気が、流量制御弁 6 を通して供給される。なお、7 はアノード出口リン酸吸着器、8 はアノード出口凝縮器、9 は改質器バーナー、10 はカソード出口リン酸吸着器、11 はカソード出口凝縮器をそれぞれ示している。

【0007】一方、燃料電池本体 1 から出力される直流電力は、図示しない電力変換装置であるインバータを介して交流電力に変換され、外部負荷に出力される。また、燃料電池本体 1 の出力電圧、電流の制御は、外部負荷上昇指令、下降指令を受けた出力制御装置が発する制御信号により、燃料、空気の供給量、および出力電力を制御することによって行なわれる。

【0008】かかる燃料電池発電装置において、負荷の上昇指令があった場合、電力変換装置であるインバータは、ミリ秒以下で速度で応答するが、燃料電池の応答は、燃料処理装置である改質器 4、空気供給装置である圧縮機の応答に律せられて応答が遅くなる。

【0009】ところで、負荷上昇指令によって燃料電池発電装置をフィードフォワード制御する場合、電力変換装置であるインバータは目標電力に指令値を設定し、また反応ガス（燃料、圧縮空気）の供給装置である改質器 4、圧縮機も目標値に指令値を設定する。

【0010】しかしながら、反応ガス（燃料、圧縮空気）の供給遅れのために、一時的に燃料電池本体 1 に反応ガスの不足状態が発生する。そして、この反応ガスの不足状態は、燃料電池本体 1 の出力電圧の低下を招くことから、電力変換装置であるインバータは、燃料電池本体 1 の出力電流を増して、出力電力をその目標値に維持しようとするが、その結果、出力電圧が益々低下する悪循環が起り、ついにはガス欠に陥る。

【0011】また、燃料電池発電装置が、未発電状態から空気導入、インバータ投入と続く負荷移行過程において、カソード電極 3 が窒素雰囲気から空気雰囲気に置換される時、積層方向について置換に要する時間に差が生ずる。このため、置換時間の長いセルは、相対的にガス不足状態となる。

【0012】一方、燃料電池本体 1 の出力電圧低下の原

因としては、上記の他に、燃料処理装置である改質器 4 の不具合による燃料ガスの組成変化、反応ガスの供給配管系の破損によるガス不足等があり、この場合にも発電運転が不可能になる事態が発生する。

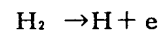
【0013】そこで、このような事態の発生を防止するために、燃料電池本体 1 の出力直流電圧を監視して、その値が所定のレベル以下に低下した場合に、燃料電池発電装置の運転を停止する方法が知られている。

【0014】しかしながら、上記所定のレベルは、部分負荷、定格負荷を問わずに常に一定値としており、また圧縮空気、燃料の流量、および利用率に無関係な値としている。

【0015】部分負荷運転の電圧は、定格運転の電圧よりも高く、このため定格運転のみならず、部分負荷運転では電池電圧が所定のレベルに達する時には、空気利用率、あるいは燃料利用率が、90%以上の状態となる。

【0016】この場合、空気利用率が大きくなるに従って電流集中が増大し、電流が集中した部分の温度は許容値を越える可能性が大きい。そして、この温度の上昇は、燃料電池本体 1 の触媒および電極部材の劣化を加速し、燃料電池本体 1 は短寿命となる。

【0017】また、燃料利用率が所定の値以上に増大した場合も、燃料電池本体 1 の燃料の下流において燃料不足状態となり、アノード電極 2 における正常な反応



とは別の、カーボンの腐食反応



が発生する。このため、電極部材および触媒の劣化が生じ、燃料電池本体 1 は寿命となる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の燃料電池発電装置においては、燃料電池本体の寿命が短いという問題があった。本発明の目的は、様々な運転条件において燃料電池本体の損害を最少限に抑制し、燃料電池本体の長寿命化を図ることが可能な燃料電池発電装置およびその運転方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、まず、請求項 1 に対応する発明では、電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料をアノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤をカソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置

とから構成される燃料電池発電装置において、燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、燃料電池本体から出力される直流電流、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧をそれぞれ検出する各検出手段と、各検出手段によりそれぞれ検出された燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて電圧を演算し、かつ当該演算された電圧から一定の許容電圧分を引いた保護停止をかける制限電圧値を算出する電圧算出手段と、電圧算出手段により算出された制限電圧値と検出手段により検出された燃料電池本体の出力直流電圧とを比較し信号を出力する電圧比較手段と、電圧比較手段からの出力信号に基づいて、電力変換装置の出力電力を制御する出力制御手段とを備えて成る。

【0020】従って、請求項 1 に対応する発明の燃料電池発電装置においては、保護停止をかける制限電圧値を、燃料電池本体に供給される燃料条件、酸化剤条件、冷却水温度条件、および燃料電池本体の出力直流電流に対応して決定することにより、燃料電池本体の出力電力の広い範囲に渡って適切に保護停止をかけることが可能となり、最低部分負荷運転から定格負荷運転さらに最大負荷運転領域にわたって、反応ガスである燃料、酸化剤の供給不足を、燃料電池本体の出力直流電圧の低下により検出して保護停止することができる。

【0021】これにより、様々な運転条件において燃料電池本体の損害を最少限に抑制し、燃料電池本体の長寿命化を図ることができる。一方、請求項 2 に対応する発明では、電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料をアノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤をカソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置で、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧と保護停止をかける制限電圧値とを比較して当該直流電圧が制限電圧値を超えた時に、燃料電池発電装置の保護停止を行なう運転方法において、燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料

電池本体入口温度と出口温度、燃料電池本体から出力される直流電流を監視し、燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値を、制限電圧値とするようにしている。

【0022】従って、請求項2に対応する発明の燃料電池発電装置の運転方法においては、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルの出力直流電圧が、燃料電池本体に供給される燃料条件、酸化剤条件、冷却水温度条件、および燃料電池本体の出力直流電流に対応して決定した制限電圧値を超えた時に、燃料電池発電装置の保護停止を行なうことにより、燃料電池本体の出力電力の広い範囲に渡って適切に保護停止をかけることが可能となり、最低部分負荷運転から定格負荷運転さらに最大負荷運転領域にわたって、反応ガスである燃料、酸化剤の供給不足を、燃料電池本体の出力直流電圧の低下により検出して保護停止することができる。

【0023】これにより、様々な運転条件において燃料電池本体の損害を最少限に抑制し、燃料電池本体の長寿命化を図ることができる。また、請求項3に対応する発明では、電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料をアノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤をカソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置の負荷変化過程での運転方法において、燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、燃料電池本体から出力される直流電流、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧を監視し、燃料電池本体の出力直流電圧が、燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値である保護停止をかける制限電圧値を下回った時に、負荷変化を一時停止し、燃料電池本体の出力直流電圧が、制限電圧値よりも大きくなった後に、同一負荷変化速度、または負荷変化速度を遅くして燃料電池発電装置の負荷変化を継続するようにしている。

【0024】従って、請求項3に対応する発明の燃料電池発電装置の運転方法においては、負荷変化過程では、

燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルの出力直流電圧が、燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値である保護停止をかける制限電圧値を上回るまで、燃料電池発電装置の負荷変化を一時停止することにより、負荷変化過程の特に負荷上昇時において、燃料電池本体の出力直流電流（負荷電流）に対して必要な反応ガス流量の不足状態の発生を防止することができる。

【0025】さらに、請求項4に対応する発明では、電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料をアノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤をカソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置の負荷移行過程での運転方法において、燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、燃料電池本体から出力される直流電流、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧を監視し、燃料電池本体の出力直流電圧が、燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値である保護停止をかける制限電圧値を下回った時に、負荷上昇を一時停止し、燃料電池本体の出力直流電圧が、制限電圧値よりも大きくなった後に、同一負荷上昇速度、または負荷上昇速度を遅くして燃料電池発電装置の負荷移行を継続するようにしている。

【0026】従って、請求項4に対応する発明の燃料電池発電装置の運転方法においては、負荷移行過程では、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルの出力直流電圧が、燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値である保護停止をかける制限電圧値を上回るまで、燃料電池発電装置の負荷上昇を一時停止することにより、負荷移行において、燃料電池本体の出力直流電流（負荷電流）に対して必要な反応ガス流量の不足状態の発生を防止することができる。

【0027】一方、請求項5に対応する発明では、上記請求項2乃至請求項4のいずれか1項に対応する発明の

燃料電池発電装置の運転方法において、許容電圧を、累積運転時間の関数として表わすことにより、電圧比較結果に基づく出力制御の誤動作を防止することができる。

【0028】また、請求項6に対応する発明では、上記請求項2乃至請求項4のいずれか1項に対応する発明の燃料電池発電装置の運転方法において、許容電圧を、運転初期において単セル当たり $-15\text{ mV} \sim -30\text{ mV}$ の範囲の値とすることにより、燃料電池発電装置を遅滞なく保護停止することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

(一実施形態)図1は、本実施形態によるリン酸型燃料電池を使用した燃料電池発電装置、およびその保護停止、負荷変化運転、および負荷移行運転を実現するためのシステム構成例を示す概略図である。

【0030】図1において、燃料電池本体20は、電解質であるリン酸を含浸したマトリックス21を挟んで、背面に水素を主成分とする燃料を接触させたアノード電極22および背面に酸素等の酸化剤を接触させたカソード電極23を対向配置してなり、この燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力(直流電力)を得るセルを、適宜冷却板24を介在させて複数個積層して構成されている。

【0031】また、燃料電池本体20のアノード電極22の前段には、燃料処理装置(改質器等)25が設けられ、この燃料処理装置25に供給された原燃料(天然ガス等)26と水蒸気27との混合ガスが、改質反応によって水素リッチガスとなり、燃料電池本体20のアノード電極22に供給される。

【0032】さらに、燃料電池本体20のカソード電極23には、酸化剤供給装置である空気供給装置(圧縮機等)28からの圧縮空気が供給される。さらにまた、燃料電池本体20の冷却板24には、冷却水供給装置29からの冷却水が供給循環される。

【0033】一方、燃料電池本体20から出力される直流電力は、電力変換装置であるインバータ30を介して交流電力に変換され、図示しない外部負荷に出力される。また、燃料電池本体20のアノード電極22の前段には、燃料処理装置25から燃料電池本体20に供給される燃料流量 F_A 、水素濃度 X を検出する流量・濃度検出器31が設けられ、燃料電池本体20のカソード電極23の前段には、空気供給装置28から燃料電池本体20に供給される空気流量 F を検出する流量検出器32が設けられ、燃料電池本体20の冷却板24の前段および後段には、冷却水供給装置29から燃料電池本体20に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度 T_i および出口温度 T_o をそれぞれ検出する温度検出器33および34が設けられている。

【0034】さらに、インバータ30の前段には、燃料

電池本体20から出力される直流電流 I_o を検出する電流検出器35、および燃料電池本体20の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧 V_o を検出する電圧検出器36がそれぞれ設けられている。

【0035】一方、制御系は、電圧算出装置37と、電圧比較装置38と、出力制御装置39とから構成されている。ここで、電圧算出装置37は、流量・濃度検出器31、流量検出器32、温度検出器33、34、電流検出器35によりそれぞれ検出された燃料流量 F_A 、水素濃度 X 、空気流量 F 、冷却水温度 T_i 、 T_o 、直流電流 I_o を入力とし、これらに基づいて電圧を演算し、かつこの演算された電圧から一定の許容電圧分を引いた値を、保護停止をかける制限電圧値として算出するものである。

【0036】また、電圧比較装置38は、電圧算出装置37により算出された制限電圧値と、電圧検出器36により検出された燃料電池本体20の直流電圧 V_o とを比較し、直流電圧 V_o が制限電圧値を超えた時、すなわち直流電圧 V_o が制限電圧値より下回った時に、インバータ30の出力電力を低減または遮断する信号を出力するものである。

【0037】さらに、出力制御装置39は、電圧比較装置38からの出力信号に基づいて、インバータ30の出力電力を制御するものである。すなわち、電圧比較装置38から信号が出力された時、運転状態にある燃料電池発電装置を保護停止し、負荷変化過程においては、電圧比較装置38からの信号の出力がリセットされるまで負荷変化を一時停止し、負荷移行過程においては、電圧比較装置38からの信号の出力がリセットされるまで負荷上昇を一時停止するように制御するものである。

【0038】次に、以上のように構成された本実施形態のリン酸型燃料電池発電装置の運転方法について説明する。図1において、燃料電池本体20のアノード電極22には、燃料処理装置25の改質反応で得られた水素リッチなガスが、燃料として供給される。また、燃料電池本体20のカソード電極23には、空気供給装置28からの圧縮空気が供給される。さらに、燃料電池本体20の冷却板24には、冷却水供給装置29からの冷却水が供給循環される。これにより、燃料電池本体20では、供給された燃料と空気との電気化学的反応によって、電気出力(直流電力)が得られる。

【0039】一方、流量・濃度検出器31により、燃料処理装置25から燃料電池本体20に供給される燃料流量 F_A 、水素濃度 X が検出され、流量検出器32により、空気供給装置28から燃料電池本体20に供給される空気流量 F が検出され、温度検出器33および34により、冷却水供給装置29から燃料電池本体20に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度 T_i および出口温度 T_o がそれぞれ検出される。

【0040】また、電流検出器35により、燃料電池本体20から出力される直流電流 I_a が検出され、電圧検出器36により、燃料電池本体20の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧 V_a が検出される。

【0041】一方、電圧算出装置37では、流量・濃度検出器31、流量検出器32、温度検出器33、34、電流検出器35によりそれぞれ検出した燃料流量 F_a 、水素濃度 X 、空気流量 F_a 、冷却水温度 T_i 、 T_c 、直流電流 I_a に基づいて電圧が演算され、この演算した電圧から一定の許容電圧分を引いた値が、保護停止をかける制限電圧値として算出される。

【0042】また、電圧比較装置38では、電圧算出装置37により算出した制限電圧値と、電圧検出器36により検出した燃料電池本体20の直流電圧 V_a とが比較される。その結果、直流電圧 V_a が制限電圧値を超えた時、すなわち直流電圧 V_a が制限電圧値より下回った時に、インバータ30の出力電力を低減または遮断する信号が出力される。

【0043】さらに、出力制御装置39では、電圧比較装置38からの出力信号を受け、これを基にインバータ30の出力電力を変化させて、最適な運転が行なわれる。すなわち、電圧比較装置38からの出力信号を受けた時、運転状態にある燃料電池発電装置を保護停止し、また負荷変化過程においては、電圧比較装置38からの出力信号がリセットされるまで負荷変化を一時停止し、*

$$E = E_0 + (RT/2F) \times \log (P_{H_2} P_{O_2}^{1/2} / a_{H_2O})$$

$$- \eta_{AA} - \eta_{AC} - \eta_{CA} - \eta_{CC}$$

$$- (i \times r)$$

(1式)

上記(1式)中の右辺の第一行目は、ネルンスト式で、第二行目は、それぞれ順番にアノード電極の活性化過電圧、カソード電極の活性化過電圧、アノード電極の濃度過電圧、カソード電極の濃度過電圧であり、第三行目は、抵抗過電圧である。

【0048】アノード電極の活性化過電圧は、その交換※

$$\eta_c = RT / (a_n F) \times \log (i_L / (i_L - i))$$

(式2)

一方、カソード電極の濃度過電圧は、上記(式2)では実測値が再現されない。

【0050】燃料電池の電極のような多孔質電極では、例えば“論文『SIMULATION AND OPTIMIZATION OF POROUS GAS-DIFFUSION ELECTRODES USED IN HYDROGEN/OXYGEN PHOSPHORIC ACID FUEL CELLS-1. APPLICATION OF CATHODE MODEL SIMULATION AND OPTIMIZATION TO PAFC CATHODE DEVELOPMENT』S. C. Yang et. al. Ele★

$$\eta_c = A \times b \times \log (i_L / (i_L - i))$$

(式3)

* さらに負荷移行過程においては、電圧比較装置38からの出力信号がリセットされるまで負荷上昇を一時停止するように、運転が行なわれる。

【0044】次に、上記電圧算出装置38における電圧の演算方法について、具体的に説明する。まず、電池電圧は、主に電流、温度、空気利用率、燃料利用率の関数である。そのため、これら4変数のうちの3つを固定して、残りの1変数との関係を実験的に求めて近似式を立てるか、もしくは換算表のようなものを作成する方法が考えられる。

【0045】この場合、例えば電流をパラメータとした実験は、負荷電流として25%、50%、75%、100%の少なくとも4通りのデータが必要となる。また、温度については、摂氏180度程度から摂氏220度までの範囲で、少なくとも3点のデータが必要である。さらに、空気利用率についても、近似式を立てるには、通常運転時の空気利用率を挟んで、少なくとも3点のデータが必要となる。

【0046】そして、これら全てのデータの近似式を立てることが必要である。ここで挙げたデータの数、単純計算では、 $4 \times 3 \times 3 \times 3 = 108$ となり、膨大なサンプルと時間が必要となってしまう。従って、電気化学の一般式を活用した方が適用範囲が広がり、より高い信頼性が得られる。

【0047】すなわち、電池電圧は、一般的に以下のように表わされる。

30※ 電流密度がカソード電極よりも桁違いに大きいので、カソード電極の活性化過電圧に比べて無視することができる。そこで、上記(1式)を簡略化するために、アノード電極の活性化過電圧を省略する。

【0049】アノードの濃度過電圧は、電気化学式(式2)を採用することとする。

★ *Electrochimica Acta* Vol. 35, No. 5, pp 869-878”に報告されている電極モデルに基づく複雑な式を用いる必要がある。

【0051】さらに、各変数の数値を決定することが必要であるが、各変数の値はセル製造仕様によって異なり、また運転に伴って変化する。このような要因によって、電極モデルに基づく計算式の計算精度は、この変数の値の誤差に大きく影響されるものの、変数の値を精度良く決定することは、かなりの労力と時間が必要となる。

【0052】一方、濃度過電圧の計算式として、より簡単な下式が報告されている。

ここで、 A は酸化剤の流量を関数とする係数であり、拡散有効係数と称されている。また、 b はターフェル勾配である。さらに、 i_l は限界電流密度、 i は負荷電流密度である。

【0053】拡散有効係数は、酸化剤の流量に対して図2に示すような直線関係があり、精度の良い簡単な近似式が得られている。図2は、酸化剤の流量を変数として拡散有効係数 A をプロットした図である。

【0054】以上、濃度過電圧の計算式は幾つかあるが、プラントの運転状態量を測定し、それに基づいて計算できる式を選ぶ。本実施形態では、上記(式3)を採用することとする。

【0055】抵抗過電圧の抵抗値は、部材の電気伝導度をあらかじめ測定しておくことにより算出できる。また、電極の平均温度は、冷却水の入口／出口温度、および電流値と電圧から求まる発熱量と熱伝導率とに基づいた温度差から推定できる。

【0056】以上の計算式により、電池電圧を算出することができ、その誤差は、単電池当たり数mVである。一方、出力制御装置39における保護停止信号の発生方法としては、次のような方法をとる。

【0057】すなわち、電圧算出装置37により、上記(式1)に従って電圧が計算され、さらにこの計算結果に、 -15mV/セル から -30mV/セル の許容値を加味した下限の制限電圧値が算出される。そして、この算出した電圧は、電圧算出装置37の出力信号として、電圧比較装置38に入力される。他方、電圧検出器36で検出した直流電圧 V_d が、電圧比較装置38に入力される。

【0058】さらに、電圧比較装置38では、これら入力された制限電圧値と直流電圧 V_d とを比較し、検出した直流電圧 V_d が制限電圧値を下回った時に、保護停止指令信号を出力してリン酸型燃料電池発電装置の運転が停止される。

【0059】なお、この場合、電圧を比較する頻度は、定常運転時では、数分間隔、負荷移行時および負荷変化時には、1秒以下の間隔で行なうのが効率的に好ましい。上述したように、本実施形態のリン酸型燃料電池発電装置、およびその運転方法では、燃料処理装置25から燃料電池本体20に供給される燃料流量 F_f 、水素濃度 X を検出する流量・濃度検出器31と、空気供給装置28から燃料電池本体20に供給される空気流量 F_a を検出する流量検出器32と、冷却水供給装置29から燃料電池本体20に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度 T_i および出口温度 T_o をそれぞれ検出する温度検出器33および34と、燃料電池本体20から出力される直流電流 I を検出する電流検出器35と、燃料電池本体20の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧 V_d を検出する電圧検出器36と、流量・濃度検出器31、流

量検出器32、温度検出器33、34、電流検出器35によりそれぞれ検出された燃料流量 F_f 、水素濃度 X 、空気流量 F_a 、冷却水温度 T_i 、 T_o 、直流電流 I を入力とし、これらに基づいて電圧を演算し、かつこの演算された電圧から一定の許容電圧分を引いた値を、保護停止をかける制限電圧値として算出する電圧算出装置37と、電圧算出装置37により算出された制限電圧値と、電圧検出器36により検出された燃料電池本体20の直流電圧 V_d とを比較し、直流電圧 V_d が制限電圧値を超えた時、すなわち直流電圧 V_d が制限電圧値より下回った時に、インバータ30の出力電力を低減または遮断する信号を出力する電圧比較装置38と、電圧比較装置38からの出力信号に基づいて、インバータ30の出力電力を制御する出力制御装置39とを備え、電圧比較装置38から信号が出力された時、運転状態にある燃料電池発電装置を保護停止し、負荷変化過程においては、電圧比較装置38からの信号の出力がリセットされるまで負荷変化を一時停止し、負荷移行過程においては、電圧比較装置38からの信号の出力がリセットされるまで負荷上昇を一時停止するようにしたものである。

【0060】従って、保護停止をかける制限電圧値を、燃料電池本体20に供給される燃料条件、空気条件、冷却水温度条件、および出力電流に対応して決定するようにしているので、燃料電池本体20の出力電力の広い範囲に渡って適切に保護停止をかけることが可能となり、最低部分負荷運転から定格負荷運転さらに最大負荷運転領域にわたって、反応ガスである燃料、酸化剤の供給不足を、燃料電池本体20の出力直流電圧の低下により検出して保護停止することができる。

【0061】これにより、様々な運転条件において燃料電池本体20の損害を最少限に抑制し、燃料電池本体20の長寿命化を図ることができる。

(他の実施形態1) 上記一実施形態において、許容電圧を、運転初期において単セル当たり -15mV ～ -30mV の範囲の値とすることにより、燃料電池発電装置を遅滞なく保護停止することができる。

【0062】図3は、空気利用率特性および燃料利用率特性を示す図である。図3より、定常運転時の電圧に対する空気利用率90%における電圧の差が約 30mV/セル となる。また、定常運転時の電圧に対する燃料利用率95%における電圧の差は約 15mV/セル となる。

【0063】従って、許容電圧として、単セル当たり -15mV/セル ～ -30mV/セル の範囲とすることにより、ガス不足状態を防止することができ、燃料電池発電装置を遅滞なく保護停止することが可能となる。

【0064】(他の実施形態2) 上記一実施形態において、許容電圧を、累積運転時間の関数として表わすことにより、電圧比較結果に基づく出力制御の誤動作を防止することができる。

【0065】図4は、累積運転時間と許容電圧との経時

的变化の一例を示す関係図である。図4より、累積運転時間と共に空気利用率の傾きは、徐々に大きくなることが分かる。

【0066】従って、累積運転時間と共に許容電圧を増加させることにより、電圧比較装置38からの出力信号に基づく出力制御装置39の誤動作を防止することが可能となる。

【0067】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に対応する発明によれば、電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料をアノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤をカソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置において、燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、燃料電池本体から出力される直流電流、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧をそれぞれ検出する各検出手段と、各検出手段によりそれぞれ検出された燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて電圧を演算し、かつ当該演算された電圧から一定の許容電圧分を引いた保護停止をかける制限電圧値を算出する電圧算出手段と、電圧算出手段により算出された制限電圧値と検出手段により検出された燃料電池本体の出力直流電圧とを比較し信号を出力する電圧比較手段と、電圧比較手段からの出力信号に基づいて、電力変換装置の出力電力を制御する出力制御手段とを備えるようにしたので、燃料電池本体の出力電力の広い範囲に渡って適切に保護停止をかけることができ、最低部分負荷運転から定格負荷運転さらに最大負荷運転領域にわたって、反応ガスである燃料、酸化剤の供給不足を、燃料電池本体の出力直流電圧の低下により検出して保護停止することが可能な燃料電池発電装置が提供できる。

【0068】一方、請求項2に対応する発明によれば、電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料をアノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤をカソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板

を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置で、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧と保護停止をかける制限電圧値とを比較して当該直流電圧が制限電圧値を超えた時に、燃料電池発電装置の保護停止を行なう運転方法において、燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、燃料電池本体から出力される直流電流を監視し、燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値を、制限電圧値とするようにしたので、燃料電池本体の出力電力の広い範囲に渡って適切に保護停止をかけることができ、最低部分負荷運転から定格負荷運転さらに最大負荷運転領域にわたって、反応ガスである燃料、酸化剤の供給不足を、燃料電池本体の出力直流電圧の低下により検出して保護停止することが可能な燃料電池発電装置の運転方法が提供できる。

【0069】また、請求項3に対応する発明によれば、電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料をアノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤をカソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置の負荷変化過程での運転方法において、燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、燃料電池本体から出力される直流電流、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧を監視し、燃料電池本体の出力直流電圧が、燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値である保護停止をかける制限電圧値を下回った時に、負荷変化を一時停止し、燃料電池本体の出力直流電圧

が、制限電圧値よりも大きくなった後に、同一負荷変化速度、または負荷変化速度を遅くして燃料電池発電装置の負荷変化を継続するようにしたので、負荷変化過程の特に負荷上昇時において、燃料電池本体の出力直流電流（負荷電流）に対して必要な反応ガス流量の不足状態の発生を防止することが可能な燃料電池発電装置の運転方法が提供できる。

【0070】さらに、請求項4に対応する発明によれば、電解質を含浸したマトリックスを挟んでアノード電極およびカソード電極を対向配置してなり、水素を主成分とする燃料をアノード電極に供給すると共に酸素等の酸化剤をカソード電極に供給して、当該燃料と酸化剤との電気化学的反応により電気出力を得るセルを、適宜冷却板を介在させて複数個積層して成る燃料電池本体と、この燃料電池本体から出力される直流電力を交流電力に変換して外部負荷に出力する電力変換装置と、燃料電池本体のアノード電極に燃料を供給する燃料処理装置と、燃料電池本体のカソード電極に酸化剤を供給する酸化剤供給装置と、燃料電池本体の冷却板に冷却水を供給する冷却水供給装置とから構成される燃料電池発電装置の負荷移行過程での運転方法において、燃料処理装置から燃料電池本体に供給される燃料流量、水素濃度、酸化剤供給装置から燃料電池本体に供給される酸化剤流量、冷却水供給装置から燃料電池本体に供給される冷却水の燃料電池本体入口温度と出口温度、燃料電池本体から出力される直流電流、燃料電池本体の上部単セルまたは上部複数セルおよび下部単セルまたは下部複数セルから出力される直流電圧を監視し、燃料電池本体の出力直流電圧が、燃料流量、水素濃度、酸化剤流量、冷却水温度、直流電流に基づいて算出した電圧から一定の許容電圧分を引いた値である保護停止をかける制限電圧値を下回った時に、負荷上昇を一時停止し、燃料電池本体の出力直流電圧が、制限電圧値よりも大きくなった後に、同一負荷上昇速度、または負荷上昇速度を遅くして燃料電池発電装置の負荷移行を継続するようにしたので、負荷移行において、燃料電池本体の出力直流電流（負荷電流）に対して必要な反応ガス流量の不足状態の発生を防止することが可能な燃料電池発電装置の運転方法が提供できる。

【0071】一方、請求項5に対応する発明によれば、上記請求項2乃至請求項4のいずれか1項に対応する発明の燃料電池発電装置の運転方法において、許容電圧を、累積運転時間の関数として表わすようにしたので、電圧比較結果に基づく出力制御の誤動作を防止することが可能な燃料電池発電装置の運転方法が提供できる。

【0072】また、請求項6に対応する発明では、上記請求項2乃至請求項4のいずれか1項に対応する発明の燃料電池発電装置の運転方法において、許容電圧を、運転初期において単セル当たり -15 mV ～ -30 mV の

範囲の値とするようにしたので、燃料電池発電装置を遅滞なく保護停止することが可能な燃料電池発電装置の運転方法が提供できる。以上により、様々な運転条件において燃料電池本体の損害を最少限に抑制し、燃料電池本体の長寿命化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による燃料電池発電装置およびその運転方法の一実施形態を示す概略図。

【図2】酸化剤流量を変数として拡散有効係数Aをプロットして示す関係図。

【図3】空気利用率特性および燃料利用率特性の一例を示すグラフ。

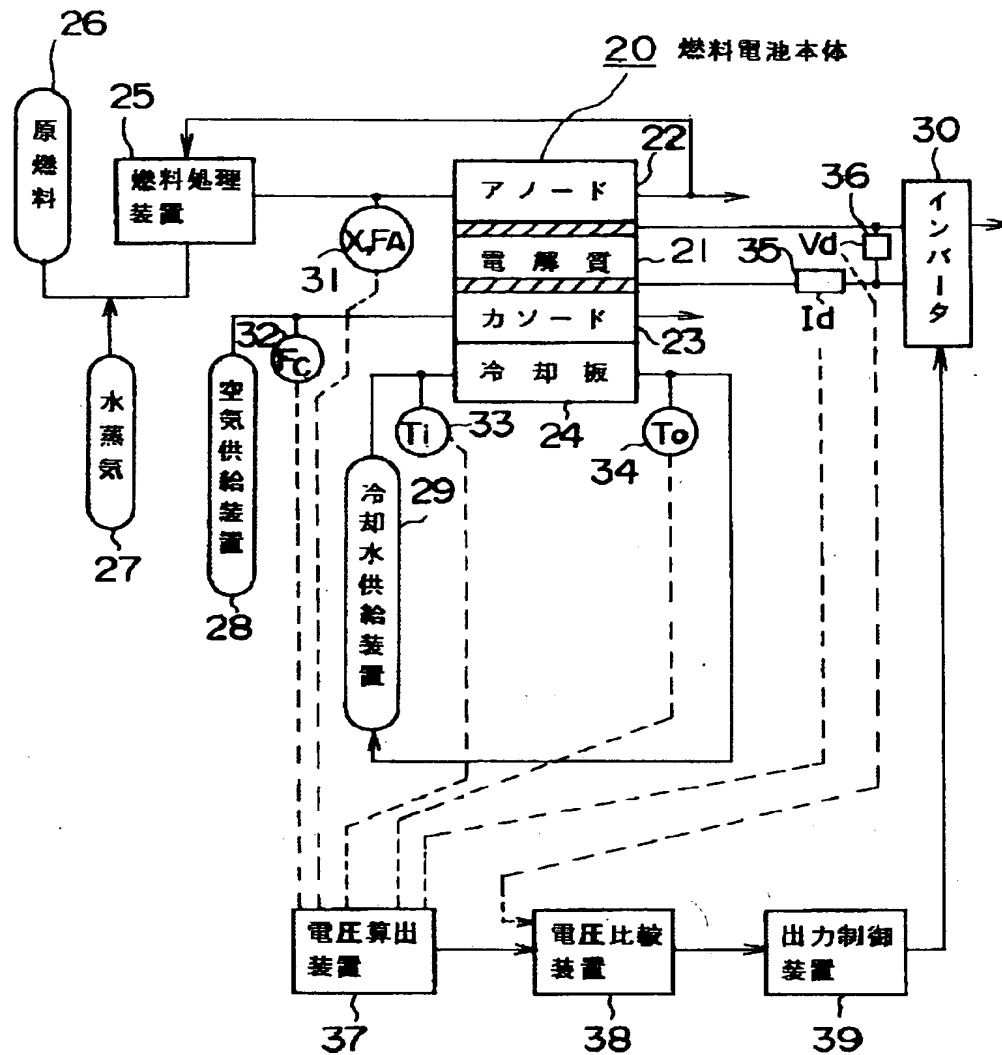
【図4】累積運転時間と許容電圧との経時的変化の一例を示す関係図。

【図5】従来のリン酸型燃料電池を使用した燃料電池発電装置のシステム構成例を示す概略図。

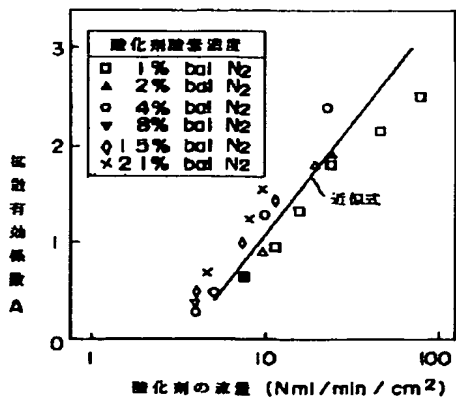
【符号の説明】

- 1…燃料電池本体、
- 2…アノード電極、
- 3…カソード電極、
- 4…改質器、
- 5…流量制御弁、
- 6…流量制御弁、
- 7…アノード出口リン酸吸着器、
- 8…アノード出口凝縮器、
- 9…改質器バーナー、
- 10…カソード出口リン酸吸着器、
- 11…カソード出口凝縮器、
- 20…燃料電池本体、
- 21…マトリックス、
- 22…アノード電極、
- 23…カソード電極、
- 24…冷却板、
- 25…燃料処理装置、
- 26…原燃料、
- 27…水蒸気、
- 28…空気供給装置、
- 29…冷却水供給装置、
- 30…インバータ、
- 31…流量・濃度検出器、
- 32…流量検出器、
- 33…温度検出器、
- 34…温度検出器、
- 35…電流検出器、
- 36…電圧検出器、
- 37…電圧算出装置、
- 38…電圧比較装置、
- 39…出力制御装置。

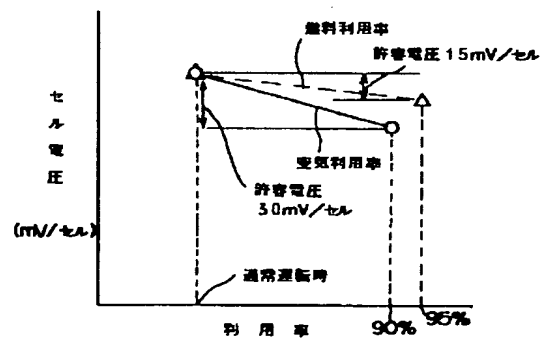
【図1】



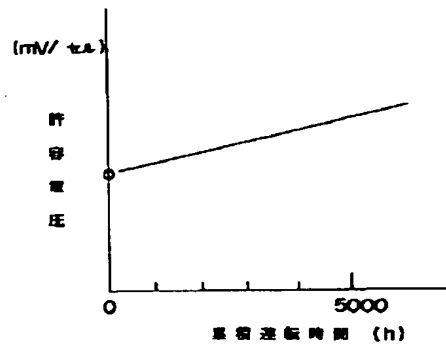
【図2】



【図3】



【図 4】



【図 5】

